

doi:10.12006/j.issn.1673-1719.2015.194

徐经纬, 徐敏, 蒋熹, 等. 区域气候模式 REMO 对中国气温和降水模拟能力的评估 [J]. 气候变化研究进展, 2016, 12 (4): 000-000

区域气候模式 REMO 对中国气温和降水模拟能力的评估

徐经纬¹, 徐敏², 蒋熹¹, ArmelleReca C. Remedio³, Dmitry V. Sein⁴,
Nikolay Koldunov³, Daniela Jacob³

1 南京信息工程大学气象灾害教育部重点实验室 / 气候与环境变化国际合作联合实验室 / 气象灾害预报预警与评估协同创新中心 / 资料同化研究与应用中心, 南京 210044; 2 江苏省气象局, 南京 210008; 3 Climate Service Center Germany (GERICS), Hamburg 20095, German; 4 Alfred Wegener Institute (AWI), Bremerhaven, 27568, German

摘要: 采用泰勒图和偏差分析等统计方法, 评估分析了德国区域气候模式 (REMO) 对中国 1989—2008 年气温和降水的模拟能力。结果表明: REMO 气温模拟值与观测值空间相关系数为 0.94, 降水空间相关系数较低 (0.42), 气温模拟结果明显优于降水; 从空间偏差上看, 在中国大部分地区, REMO 模拟的气温高于观测值, 偏差在 $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内, 青藏高原整体有明显的 $-4\sim-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷偏差; 模拟的降水值则高于观测值, 空间偏差分布较均匀, 中国大部分地区偏差在 $\pm 300\text{ mm}$ 之内; 除青藏高原、华南和西南地区外, REMO 能较准确地反映出中国气温和降水的空间分布特征, 其中华北和东北地区模拟效果最好; REMO 对夏季气温和冬季降水的模拟能力相对较好; REMO 在地形起伏较大地区的模拟能力有待提高。
关键词: 区域气候模式 REMO; 气温; 降水; 模拟能力评估

引言

区域气候模式是研究有限区域气候及其变化的重要工具, 它具有较高分辨率, 能够较好地反映地形和地表状况, 对局地强迫引起的气候特征具有较好的模拟能力, 能够捕获许多全球气候模式难以分辨的区域尺度的气温和降水等要素的变化特征, 因此在模拟区域尺度气候变化特征上, 区域气候模式较全球气候模式具有明显优势。

中国地处东亚季风区, 地形复杂、气候多变, 全球气候模式对中国气候的模拟还存在较大偏差^[1], 使得区域气候模式的应用更加重要。从 20 世纪 90 年

代开始, 国内外开始深入研究区域气候模式^[2-6], 现有的区域气候模式主要有: 美国的 RegCM、WRF、RAMS, 中国的 RIEMS、BCC-RegCM, 日本的 MRI, 澳大利亚的 DARLAM 以及德国的 REMO。德国的区域气候模式 REMO 不仅可用于气候模拟, 还可用于天气预报, 因此在欧洲以及其他一些国家已得到广泛应用^[7-8]。张英娟等^[9]将 REMO (2002 版) 应用到东亚地区, 经过模拟和评估发现: REMO 能够较好地模拟出东亚地区高、低空的大气环流特征和降水的空间分布, 并能较好地反映出降水的季节变化及主要降水趋势, 夏季降水模拟偏多, 整个区域平均的降水量偏差约为 18%。Lucas-Picher 等^[10]利用

收稿日期: 2015-11-13; 修回日期: 2015-12-24

资助项目: 国家自然科学基金项目 (41371095; 91337218); 江苏省气象局青年科研基金项目 (Q201517)

作者简介: 徐经纬, 男, 讲师, xujw@cma.gov.cn

REMO (2009 版) 模拟了 1981—2000 年印度夏季风降水, 发现在青藏高原东南部河谷地区和喜马拉雅山脉中段模拟的降水明显偏多。Jacob 等^[11]利用 REMO (2009 版) 模拟了非洲、欧洲、北美、南美、南亚和地中海地区的气候特征, 其中南亚模拟区域包含了我国西部部分地区, 发现 REMO 能较真实地模拟出南亚气温和降水的年循环和不同季节间的气候特征。

目前最新版 REMO (2011 版) 在描述海陆边界、云冰物理过程、空气混合算法 (isopycnal diffusion) 和降水平流算法 (rain advection) 等方面都有了新的改进^[12], 但最新版 REMO 在中国的模拟能力研究目前尚缺。为了系统地评估其优缺点, 从而提供更可靠的中国地区的气候变化信息, 本文将最新版 (2011 版) 区域气候模式 REMO 首次应用于中国, 模拟了 1989—2008 年地表气温和降水, 并对比实测资料检验了该模式对中国基本气候态的模拟能力。REMO 模拟能力的评估结果, 可为我们进一步建立、改进和发展区域气候模式提供科学依据, 为评估气候变化对环境和经济发展的影响提供支撑^[13]。

1 资料及方法

1.1 资料和模式介绍

观测资料来自于中国气象局气象信息中心 1989—2008 年 50 km × 50 km 中国气温和降水观测格点数据集, 该数据集详细介绍参见文献 [14-15]。春、夏、秋、冬四季分别指 3—5 月、6—8 月、9—11 月、12 至次年 2 月。

使用德国区域气候模式 REMO (2011 版), 模拟了中国气温和降水, 模拟时间为 1989—2008 年, 水平分辨率为 0.44° × 0.44°。REMO (2011 版) 的物理过程来自于 ECHAM^[7], 动力框架来自德国气象局业务预报模式 EM (Europe-Model) /DM (Deutschland-Model)^[16]。模拟区域积分时间步长 240s, 大气在垂直方向分为 31 层, 北极经坐标转换后新坐标为 (25°N, 105°E), 由欧洲中心 (ECMWF, ERA-Interim) 全球客观分析资料提供初始场和 6 h 一次的侧边界条件, 更详细地介绍参考 Sein 等^[12],

模拟区域见图 1。

1.2 方法介绍

1.2.1 一阶守恒重影法

由于 REMO 模拟值的经纬度和地形高度与观测点存在偏差, 因此为了能有效对比两者间的偏差, 需要对 REMO 模拟值的经纬度和地形高度进行订正, 文中采用一阶守恒重影方法将 REMO 的模拟值从旋转坐标系插值到观测点经纬度, 采用 0.0064 °C/m 将 REMO 地形高度订正到观测高度, 具体方法详见 Jones^[17]。

1.2.2 泰勒图法

为了分析中国不同区域 REMO 的模拟准确度, 参考第三次气候变化国家评估报告^[18]中的区划, 将中国分为 8 个子区 (图 1), 即华北, 东北, 华东, 华中, 华南, 西南, 西北, 青藏高原。为了更好地比较 8 个子区中 REMO 的模拟能力, 文中采用泰勒图法^[19]。

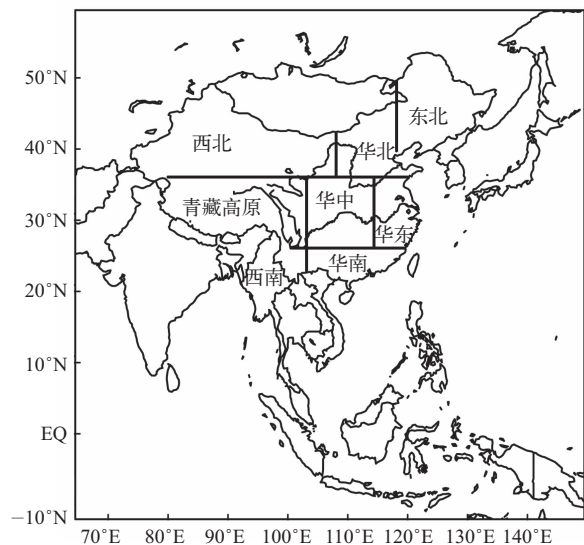


图 1 模拟区域及中国 8 个分区分布示意图

Fig. 1 Model domain and domains of eight subregions in China

2 结果分析

2.1 气温结果分析

利用 REMO 模拟 1989—2008 年气温, 计算多年平均气温和偏差。从图 2 中可以看出, REMO 模拟多年平均气温与观测结果的空间分布相似, 空间相

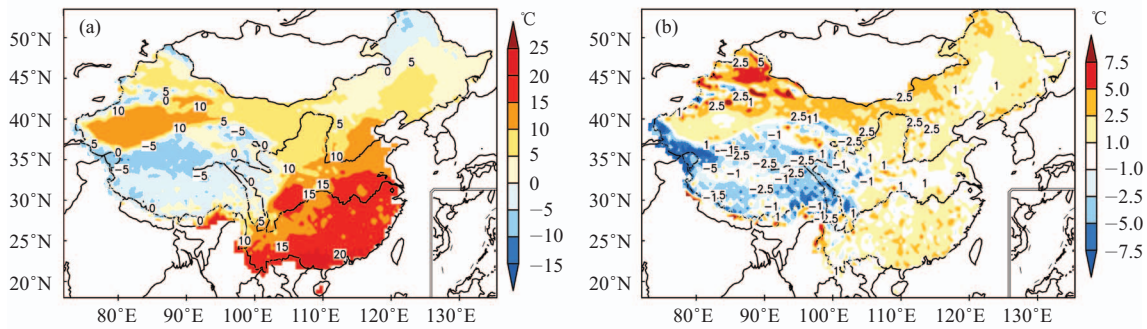


图 2 1989—2008 年 (a) 观测地表气温分布及 (b) REMO 模拟地表气温与观测偏差

Fig. 2 Observed annual mean near surface air temperature (a), the difference between REMO simulation and observations (b) for the period of 1989–2008

关系数为 0.94, REMO 能够较准确地反映出中国气温的空间分布特征。全国大部分地区气温偏差分布均匀, 总体以暖偏差为主, 为 2~4 °C。只有在地形起伏较大的山地和盆地偏差较大, 超过 4 °C, 其中较典型地区为新疆北部天山山脉和阿尔泰山脉, 中心值超过 8 °C。青藏高原整体也有明显的 -4~-2 °C 的冷偏差, 其中青藏高原东南部一些地区冷偏差超过 -6 °C。由此可见, REMO 能较准确地反映出中国

地表气温的空间分布特征, 这印证了 Jacob 等^[11]的结果: REMO 能够较准确地反应出南亚地区地表气温的气候特征。

从四季多年平均气温模拟偏差 (图 3) 可以看出, 冬季气温偏差最大, 夏季气温偏差最小。春、秋季偏差 (图略) 介于冬、夏季之间, 在此主要分析冬、夏季偏差。从冬季模拟偏差图 (图 3c) 可以看出, 在中国大部分地区, REMO 模拟气温值高于观

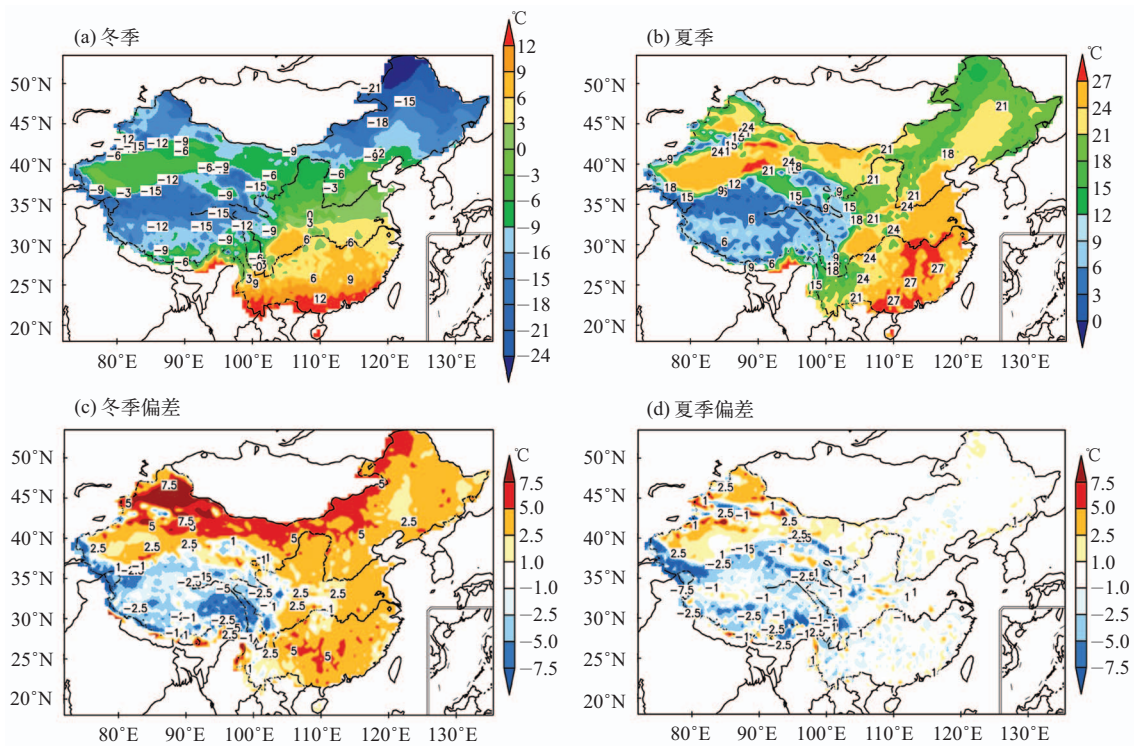


图 3 1989—2008 年平均冬季 (a)、夏季 (b) 观测气温及 REMO 模拟气温与观测结果的冬季偏差 (c) 和夏季偏差 (d)

Fig. 3 Observed seasonal mean near surface air temperature for winter (a) and summer (b), the difference between the REMO simulation and observations for winter (c) and summer (d) for the period of 1989–2008

测值, 整体呈现暖偏差, 偏差分布比较均匀, 黄河以南和长江以北大部分地区暖偏差较小, $\leq 4^{\circ}\text{C}$, 黄河以北和长江以南暖偏差较大 ($\geq 6^{\circ}\text{C}$), 地形起伏较大的地区偏差值较大, 青藏高原整体有 -4°C 左右的明显冷偏差, 其中冷偏差中心位于青藏高原东南部河谷地区和青藏高原西部, 中心值低于 -8°C 。在中国大部分地区偏差分布均匀, 可以通过线性订正的方法提高模拟结果的准确度。

从夏季气温空间模拟偏差图 (图 3d) 可以看出, 夏季气温的模拟偏差明显小于其他季节, 中国大部分地区以弱的冷偏差为主, 偏差幅值为 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$, 在这些地形起伏较大的地区如北疆和青藏高原西部偏差较大, 北疆暖偏差高达 6°C , 青藏高原西部的冷偏差高达 -6°C 。从图中可以看出, 偏差大值主要分布于海拔高和地形复杂地区。在经常出现降水的青藏高原东南部河谷地区, 常年呈现冷偏差, 而青藏高原的其他地区不明显, 说明 REMO 的温度偏差与降水有一定联系, 在高海拔地区和地形起伏较大的地区 REMO 的气温模拟能力有待提高。

从四季气温模拟偏差的幅值可以看出, REMO 对中国夏季的气温模拟能力较高、对冬季气温的模拟能力较低。在青藏高原东南部和西部常年维持较大的冷偏差, 北疆地区维持较大的暖偏差。REMO 模拟结果的偏差主要分布在海拔高、地形起伏较大的地区, 如青藏高原东南部河谷地区、横断山脉、天山山脉, 说明 REMO 在这些地区模拟能力有待提高。这与 Jacob 等^[20]的结论“REMO 在欧洲地区阿尔卑斯山脉地区模拟结果较差, 欧洲平原地区较好”具有一致性。

利用 1989—2008 年 REMO 模拟气温和对应观测值计算全国四季平均气温, 得到 REMO 与观测四季气温变化图 (图 4), 从图中可以看出, REMO 模拟的全国气温与观测值的变化基本一致, 两者时间相关系数达 0.997。

为了分析 REMO 在中国各区域模拟性能的差异, 计算了各区多年平均 REMO 模拟的气温和观测值的空间相关系数和标准差, 绘制了泰勒图 (图 5), 从图中可以看出, 华北和东北两个区域气温模拟结果最好, 空间相关系数均高于 0.96, 标准差与观测

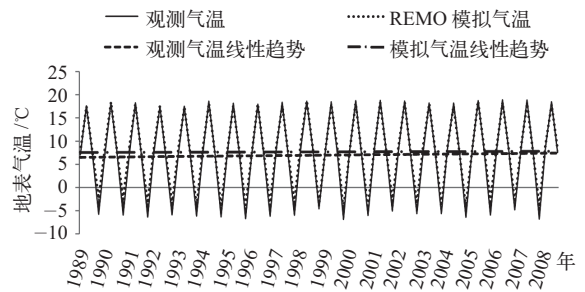


图 4 1989—2008 年观测与 REMO 四季平均气温以及观测线性趋势和 REMO 线性趋势

Fig. 4 Time series of seasonal mean near surface air temperatures over China for observations and REMO, and the linear trends for observations and REMO for the period of 1989–2008

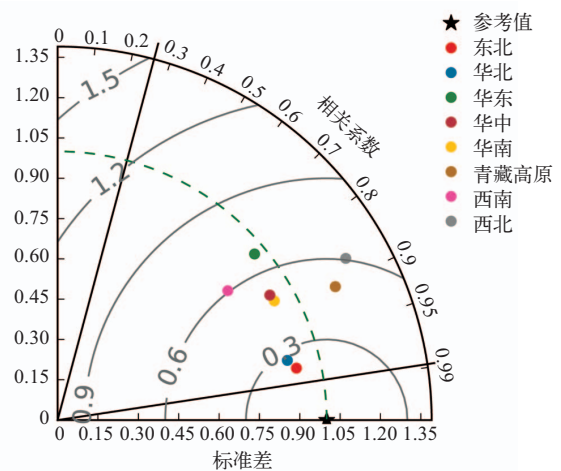


图 5 中国 8 个子区 REMO 模拟气温结果的泰勒图比较
Fig. 5 Taylor diagram that compares REMO annual mean near surface air temperature with observations over the 8 subregions

最接近。受季风影响较大地区如华南空间相关系数较东北和华北低, 华东和西南地区空间相关系数也达 0.75 以上, 其他区域空间相关系数均达 0.90, 都通过了 99% 的信度检验。

2.2 降水结果分析

由 REMO 模拟降水值和观测值分别计算多年平均降水量和偏差 (图 6), 从图中可以看出, 1989—2008 年全国大部分地区 REMO 的降水模拟值高于观测值, 两者空间相关系数为 0.42, 其中较明显的是青藏高原东南部河谷地区雅鲁藏布江“几”字形拐弯处, 降水偏差最大, 高达 700 mm。在华南和长

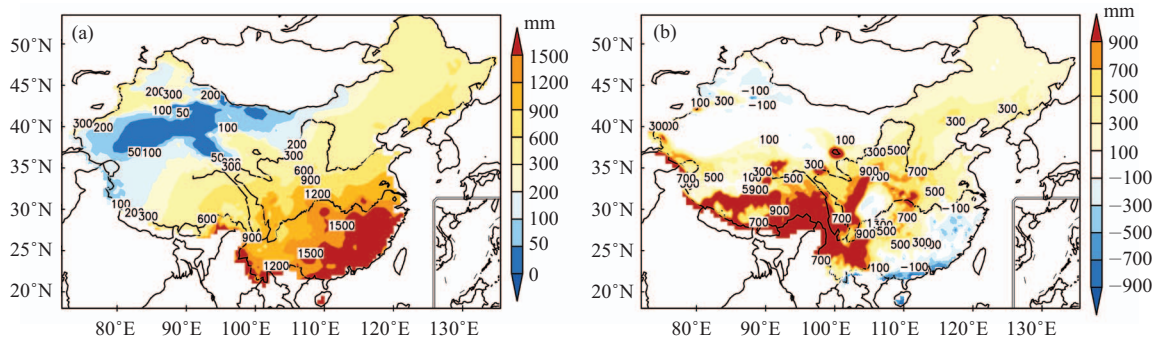


图6 1989—2008年观测多年平均年降水量分布(a)及REMO模拟多年年平均降水量与观测偏差(b)

Fig. 6 Observed annual mean total precipitation (a), and the difference between REMO simulation and observations (b) for the period of 1989–2008

江中下游地区，模拟结果低于观测值，低值中心达 -100 mm ，除此以外，其他地方偏差幅度较为一致，均处于 $\pm 300\text{ mm}$ 之间。

文中利用REMO模拟降水值和观测值计算四季降水量和偏差(图7)。在4个季节中，模拟偏差冬季最小，夏季最大，春、秋季节偏差值在冬、夏季之间。从冬季模拟偏差(图7c)中可以看出：除了华南地区，REMO有 -25 mm 的偏差；中国其他大

部分地区，REMO模拟降水值高于观测值，各个地区平均降水偏差为 $0\sim 100\text{ mm}$ 。在青藏高原南部和东南部的河谷地区偏差最大，中心值高达 200 mm 。这说明在水汽充足的情况下，在高海拔地区REMO模拟降水结果对地形起伏过于敏感。

从夏季降水偏差图来看(图7d)，夏季降水偏差分布比较复杂，总体上呈现正偏差，华北、东北和西北地区的偏差为 $0\sim 50\text{ mm}$ ，青藏高原南部正偏差

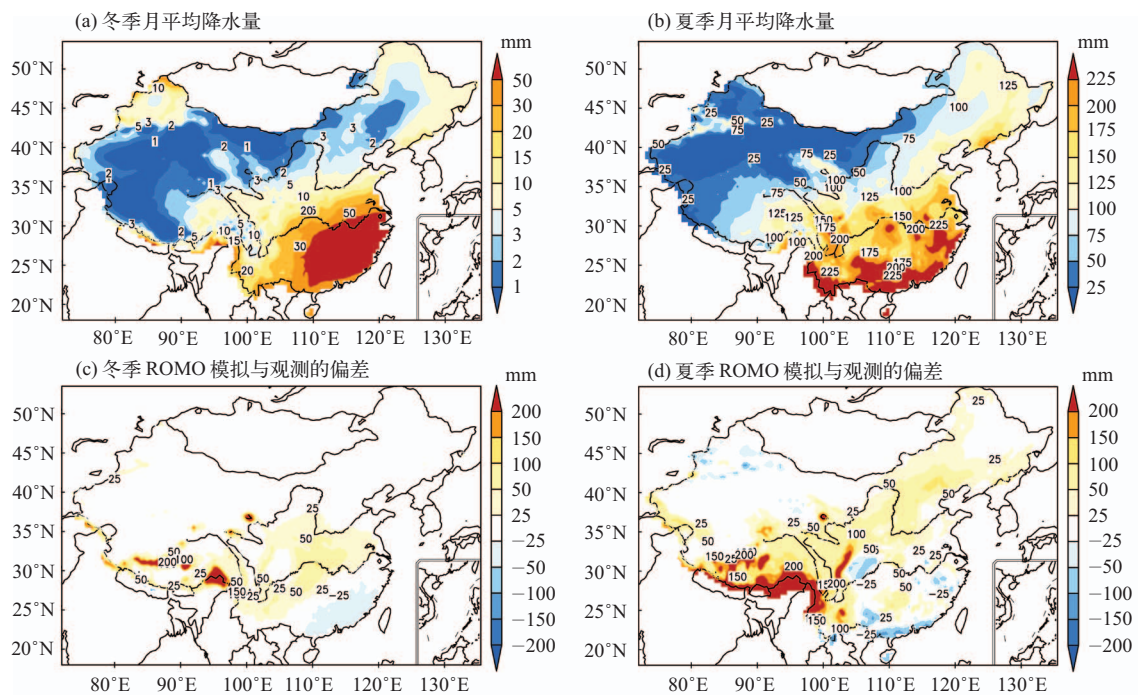


图7 1989—2008年冬季(a)、夏季(b)观测多年月平均降水量及冬季(c)、夏季(d)REMO模拟多年平均降水量与观测结果的偏差

Fig. 7 Observed seasonal mean total precipitation for winter (a) and summer (b), and the difference between REMO and observations for winter (c) and summer (d) for the period of 1989–2008

较大，主要分布于青藏高原东南部两条主要水汽通道上，一条位于 $85^{\circ}\sim 95^{\circ}\text{E}$ 一带喜马拉雅山中部，另外一条位于高原地势较低的东部和东南部河谷地区，中心偏差值高于 200 mm ，这与Lucas-Picher等^[10]利用REMO研究1981—2000年印度夏季风降水时，模拟青藏高原地区降水的偏差值相近；受季风和台风影响较大的华南地区呈现负偏差，其中雷州半岛附近地区的负偏差超过 -100 mm 。

从春、秋季降水模拟偏差来看（图略），在中国大部分地区，REMO模拟降水呈现正偏差。正偏差区域以青藏高原东南部和云贵高原为中心向东北方向延伸。全国大部分地区呈现较均匀的正偏差（ 50 mm ）；天山和阿尔泰山脉出现负偏差（ -50 mm ），长江以南沿海地区出现负偏差（ -50 mm ）。

比较四季降水模拟偏差幅度，发现冬季偏差值最小、夏季偏差值最大，说明REMO对中国冬季降水的模拟能力较好、对夏季降水的模拟能力相对较差，青藏高原地区四季均为正偏差，尤其在高原东部和东南部河谷地区附近，REMO对降水的模拟偏差相对较好。

利用1989—2008年REMO模拟降水值和对应观测值计算全国四季平均降水量，得到REMO与观测四季降水变化图（图8）。从四季降水变化来看，REMO模拟值整体高于观测值，夏季模拟偏差最大，冬季最小，两者一致性比较好，时间相关系数达到 0.96 ，两者的线性趋势都呈弱的减少趋势，可以通过线性订正的方法订正REMO降水结果，提高模拟的

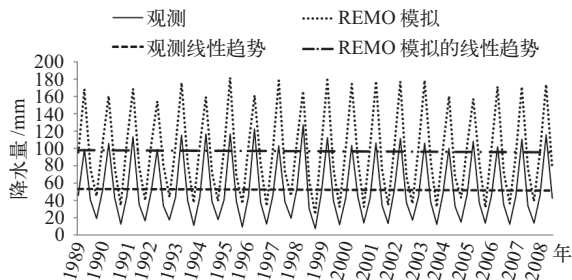


图8 1989—2008年观测与REMO四季平均降水以及观测线性趋势，REMO线性趋势随时间的变化
Fig. 8 Time series of seasonal mean total precipitation over China for observations (thin solid line) and REMO (dotted line). As well as the linear trends for observations (thick dot line) and REMO (dashed dotted line) for the period of 1989—2008

准确度。

利用REMO模拟多年平均降水值和观测值，计算了全国8个子区对应的空间相关系数和标准差，绘制泰勒图（图9）。可以看出，各个子区空间相关系数差异明显，东北、华北和华东地区空间相关系数最高，均达 0.85 ，海拔高或地形起伏较大的青藏高原、华南和西南地区空间相关系数最低，其中西南和华南地区呈现负的空间相关系数。在较高纬度的东北、华北地区，REMO模拟效果较好，对于地形起伏较大的青藏高原以及纬度较低地区，如西南和华南地区REMO的降水模拟能力还有待提高。

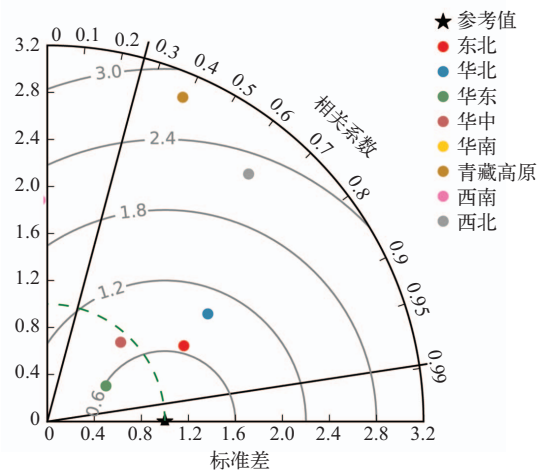


图9 中国8个子区REMO模拟降水结果的泰勒图比较
Fig. 9 Taylor diagram that compares REMO total precipitation with observations for 8 subregions

3 结论与讨论

文中通过计算空间模拟偏差、空间相关系数、时间相关系数、标准差和线性趋势等统计量，评估了德国区域气候模式REMO对中国气温和降水的模拟能力。具体结论如下。

(1) 1989—2008年，REMO模拟的气温与观测值相关性较高，空间相关系数为 0.94 ，降水空间相关系数较低（ 0.42 ），说明REMO能够较准确地模拟出中国气温的空间分布特征，气温模拟结果明显优于降水。

(2) 中国大部分地区气温模拟偏差在 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 以内，以暖偏差为主，偏差的空间分布比较均匀，说

明可以通过系统订正法对REMO的模拟结果进行订正；青藏高原整体有较明显的 $-4\sim-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷偏差，由于海拔高和地形起伏较大的缘故，模拟效果相对较差。对于降水，REMO模拟值基本高于观测值，偏差值分布比较均匀。除高原地区外，全国大部分地区偏差值在 $\pm 300\text{ mm}$ 之间，青藏高原、云贵高原地区降水偏差较大，中心值高达 700 mm 。从整体上看，除青藏高原、西南和华南地区以外，REMO能较准确地反映出真实气温和降水的空间分布特征，在华北和东北地区模拟效果最好。

(3) 空间模拟偏差在四季分布不均，夏季气温和冬季降水的模拟偏差最小，冬季气温和夏季降水的模拟偏差最大，说明REMO对夏季气温和冬季降水的模拟能力较强，对冬季气温和夏季降水的模拟能力较弱；在4个季节中，青藏高原的气温模拟均为冷偏差，降水为正偏差，而且偏差幅度明显大于其他地方，在地形起伏较大的地区REMO模拟温度和降水的能力还有待提高。

经过评估发现，在地形起伏较大地区，如青藏高原，REMO模拟值与观测值的偏差较大，中国参与CMIP5的4个气候模式在青藏高原和西北地区的降水模拟值也有类似偏差较大的问题^[21]。原因可能由3个方面引起：一是在这些地区观测站点非常稀少，地形起伏较大，观测资料代表性较低，如吴佳等^[15]将CN05.1与CN05、EA05和APHRO3种日气温和降水资料对比，发现在青藏高原北部至昆仑山西段等地形起伏较大而很少或没有观测台站的地方资料差别较大，在中国中部和东部地区几乎相同；二是由于REMO在德国开发，许多参数化方案是根据欧洲的气候特征和地理位置而定，所以在中国东北和华北的模拟结果明显优于纬度较低的华南和西南地区；三是青藏高原地区热力和动力条件本身非常复杂，目前气候模式对青藏高原的模拟能力普遍偏弱。因此，在今后的改进中，可以尝试采取耦合海洋模式的方法，从水汽的主要源头改进REMO模拟降水偏多的不足，通过提高水平分辨率、更精确地描述地形起伏变化，或者提高大气垂直分辨率、增加边界层中描述大气的空气层数，更真实地反映边界层中大气的复杂运动，从而提高REMO在中国的

模拟能力。■

致谢：感谢德国气候计算中心（German Climate Computing Center）“Konsortial”项目提供的计算支持。

参考文献

- [1] 张莉, 丁一汇, 孙颖. 全球海气耦合模式对东亚季风降水模拟的检验 [J]. 大气科学, 2008, 32 (2): 261-276
- [2] 张冬峰, 高学杰, 赵宗慈. RegCM3区域气候模式对中国气候的模拟 [J]. 气候变化研究进展, 2005, 1 (3): 119-121
- [3] Dickinson R E, Errico R M, Giorgi F, *et al.* A regional climate model for the western United States [J]. Climatic Change, 1989, 15(3): 383-422
- [4] Giorgi F, Mearns L O, Shields C, *et al.* A regional model study of the importance of local versus remote controls of the 1988 drought and the 1993 flood over the central United States [J]. Journal of Climate, 1996, 9 (5): 1150-1162
- [5] Lee D K, Suh M S. Ten-year East Asian summer monsoon simulation using a regional climate model (RegCM2) [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012), 2000, 105 (D24): 29565-29577
- [6] Liu Y, Avissar R, Giorgi F. Simulation with the regional climate model RegCM2 of extremely anomalous precipitation during the 1991 East Asian flood: an evaluation study [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012), 1996, 101 (D21): 26199-26215
- [7] Jacob D, Podzun R. Sensitivity studies with the regional climate model REMO [J]. Meteorology and Atmospheric Physics, 1997, 63 (1-2): 119-129
- [8] Renssen H, Isarin R F B, Jacob D, *et al.* Simulation of the younger dryas climate in Europe using a regional climate model nested in an AGCM: preliminary results [J]. Global and planetary change, 2001, 30 (1-2): 41-57
- [9] 张英娟, 高会旺. 区域气候模式REMO对东亚季风季节变化的模拟研究 [J]. 气候与环境研究, 2005, 10 (1): 41-55
- [10] Lucas-Picher P, Christensen J H, Saeed F, *et al.* Can regional climate models represent the Indian monsoon [J]. Journal of Hydrometeorology, 2011, 12 (5): 849-868
- [11] Jacob D, Elizalde A, Haensler A, *et al.* Assessing the transferability of the regional climate model REMO to different coordinated regional climate downscaling experiment (CORDEX) regions [J]. Atmosphere, 2012, 3 (1): 181-199
- [12] Sein D V, Mikolajewicz U, Gröger M, *et al.* Regionally coupled atmosphere-ocean-sea ice-marine biogeochemistry model ROM: 1. Description and validation [J]. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 2015, 7 (1): 268-304
- [13] 符淙斌, 王淑瑜, 熊喆, 等. 亚洲区域气候模式比较计划的进展 [J]. 气候与环境研究, 2004, 9 (2): 225-239
- [14] Xu Y, Gao X J, Shen Y, *et al.* A daily temperature dataset over China and its application in validating a RCM simulation [J]. Advances in

-
- Atmospheric Sciences, 2009, 26 (4): 763-772
- [15] 吴佳, 高学杰. 一套格点化的中国区域逐日观测资料及与其它资料的对比 [J]. 地球物理学报, 2013, 56 (4): 1102-1111
- [16] Majewski D. The Europa-Modell of the Deutscher Wetterdienst [C]// The Europa-Modell of the Deutscher Wetterdienst. ECMWF Seminar on numerical methods in atmospheric models [M]. German: Deutscher Wetterdienst (DWD), 1991: 147-191
- [17] Jones P W. First-and second-order conservative remapping schemes for grids in spherical coordinates [J]. Monthly Weather Review, 1999, 127 (9): 2204-2210
- [18] 《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会. 第三次气候变化国家评估报告 [R]. 北京, 科学出版社, 2015
- [19] Taylor K E. Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2001, 106 (D7): 7183-7192
- [20] Jacob D, Barring L, Christensen O B, *et al.* An inter-comparison of regional climate models for Europe: model performance in present-day climate [J]. Climatic Change, 2007, 81 (1): 31-52
- [21] 林壬萍, 周天军. 参加CMIP5计划的四个中国模式模拟的东亚地区降水结构特征及未来变化 [J]. 大气科学, 2015, 39 (2): 338-356

The Assessment of Surface Air Temperature and Precipitation Simulated by Regional Climate Model REMO over China

Xu Jingwei¹, XuMin², Jiang Xi¹, ArmelleReca C. Remedio³,
Dmitry V. Sein⁴, NikolayKoldunov³, Daniela Jacob³

1 Key Laboratory of Meteorological Disaster, Ministry of Education (KLME)/Joint International Research Laboratory of Climate and Environment Change (ILECE)/ Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters (CIC-FEMD)/ Center for Data Assimilation Research and Application (CDARA), Nanjing University of Information Sciences & Technology (NUIST), Nanjing 210044, China;
2 Meteorological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008, China; 3 Climate Service Center Germany (GERICS), Hamburg 20095, German; 4 Alfred Wegener Institute (AWI), Bremerhaven 27568, Germany

Abstract: The ability of German regional climate Model (REMO) to simulate the near surface air temperature and total precipitation over China in 1989–2008 were assessed with the use of Taylor diagrams and bias analysis. Comparing the simulated near surface air temperature with a 20-year observational dataset from China, the spatial correlation coefficient was relatively high (0.94). However, the spatial correlation coefficient for total precipitation was relatively low (about 0.42). The near surface air temperature simulated by REMO was higher than the observed values in most part of China, showing a bias range within ± 4 °C. Significant cold bias of about -4 to -2 °C occurred over most of the Qinghai-Tibetan Plateau. In terms of total precipitation, the simulated values were higher than the observed ones, with biases evenly distributed. The annual mean bias in most part of China was within ± 300 mm. Except for the Qinghai-Tibetan Plateau, South China and Southwest China, REMO accurately reflected the distribution of near surface air temperature and total precipitation. REMO represented the temperature and total precipitation well in North China and Northeast China. REMO simulations were quite close to observations for near surface air temperature in summer and total precipitation in winter. REMO still needs to be improved in complex terrain areas.

Key words: regional climate model (REMO); near surface air temperature; precipitation; simulation ability assessment